

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 156385/1995

(43) Date of Publication of Application: June 20, 1995

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> :

B 41 J 2/045

2/055

Identification Number

Intraoffice Reference Number:

FI

B 41 J 3/04

103 A

Request for Examination: not made

Number of Claims: 4 OL (6 pages in total)

(21) Application Number Hei-5-308423

(22) Application Date: December 9, 1993

(71) Applicant: 000005223

Fujitsu Ltd.

1015, Kamiodanaka, Nakahara-ku,  
Kawasaki-shi,  
Kanagawa

(72) Inventors: KOIKE Shuji, ONDA Nobuhiko

c/o Fujitsu Ltd.

1015, Kamiodanaka, Nakahara-ku,

Kawasaki-shi,  
Kanagawa

(74) Agent: Patent Attorney, IGETA Sadakazu

(54) Title:

INK JET HEAD

(57) Abstract

[Purpose] To provide an ink jet head having a diaphragm formed of a titanium material, by which the life of the ink jet head can be ensured and the cost can be reduced.

[Constitution] This ink jet head includes a nozzle plate 12 having at least one nozzle 9 for injecting particles of ink 6, a piezoelectric body 8 corresponding to the nozzle 9, the diaphragm formed of a titanium material and having a projecting part 15 coming into contact with one end face of the piezoelectric body 8, and a pressure chamber 13 in which the nozzle plate 12 and the diaphragm 14 constitute opposite surfaces, which is formed corresponding to the nozzle 9 and filled with ink 6, wherein voltage is applied to the piezoelectric body 8 so that the diaphragm 14 is vibrated by displacement due to electrostriction of the piezoelectric body

8 to generate pressure in the pressure chamber 13, and the particles of ink 6 are injected from the nozzle 9.

Claims:

1. An ink jet head, comprising: a nozzle plate 12 having at least one nozzle 9 for injecting particles of ink 6; a piezoelectric body 8 corresponding to the nozzle 9; a diaphragm 14 formed of a titanium material and having a projecting part 15 coming into contact with one end face of the piezoelectric body 8; and a pressure chamber 13 in which the nozzle plate 12 and the diaphragm 14 constitute opposite surfaces, which is formed corresponding to the nozzle 9 and filled with ink 6, wherein voltage is applied to the piezoelectric body 8 so that the diaphragm 14 is vibrated by displacement due to electrostriction of the piezoelectric body 8 to generate pressure in the pressure chamber 13, and the particles of ink 6 are injected from the nozzle 9.

2. The ink jet head according to claim 1, wherein the vibrating plate 14 is formed by rolling the titanium material into a thin film and formed with the rolling direction of the thin film corresponding to the long-side direction of the pressure chamber 13.

3. The ink jet head according to claim 1 or 2, wherein in the diaphragm 14, the projecting part 15 is formed by embossing toward the piezoelectric body 8 in a position

corresponding to the center position of the pressure chamber 13 with dimensions which are predetermined percentage or less of the dimensions of short side and long side of the pressure chamber 13.

4. The ink jet head according to claim 1, 2, or 3, wherein an adhesive for bonding the edge part of the diaphragm 14 to the peripheral part of the pressure chamber 13 has a Young's modulus ranging from  $10^5$  to  $10^9$  N/m<sup>2</sup> after curing.

#### Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Industrial Field of Application]

This invention relates to a diaphragm of an ink jet head of an ink jet printer and particularly to the ink jet head having the diaphragm formed of a titanium material.

[0002]

In recent years, an ink jet printer adapted to perform recording by spraying micro-particles of ink directly to a print medium has come into wide use rapidly because no limitation is placed on the print medium, high-speed printing can be performed, noise is lowered and coloration is facilitated.

[0003]

An ink jet head in this type of ink jet printer is adapted

to apply pressure to a pressure chamber filled with ink through a diaphragm by displacement due to electrostriction of a piezoelectric actuator, thereby injecting ink from a nozzle to form a dot printed letter.

[0004]

Consequently, the diaphragm is repeatedly bent so that the life is short due to cracks or the like. Therefore, a method good for long-time use has been desired.

[0005]

[Prior Art]

Fig. 4 shows an outline of an ink jet printer. As shown in Fig. 4, a guide shaft 3 is fitted to a carrier 2 loaded with an ink jet head (hereinafter referred to as print head) 1, a feed screw 4 is engaged with the carrier 2, and the feed screw 4 is connected to a motor not shown. The carrier 2 is disposed in front of a platen 5, and moved in the directions of arrows A and B parallel to the platen 5 through the feed screw 4 by the forward and reverse rotation of the motor.

[0006]

The print head 1 is composed of a head part 10 and a pressurizing circuit 11, and the head part 10 is opposite to the platen 5 through a designated gap and provided with a plurality of nozzles  $9_1$  to  $9_n$  (e.g. 4 columns x 12 rows, 48 in total) mentioned later at the tip. The pressurizing circuit 11 is a circuit for selectively transmitting a driving signal

to the head part 10 according to the print data.

[0007]

Accordingly, while the carrier 2 is moved, the print head 1 injects ink 6a from the nozzles  $9_1$  to  $9_n$  to form a printed letter on printing paper 7 by matrix dots. The printing paper 7 is line advanced in the direction of an arrow C by the drive of a moving mechanism not shown and rotation of the platen 5.

[0008]

The head part 10 will now be described with reference to Figs. 5 to 7. Fig. 5 is a plane sectional view showing the head part, Figs. 6A and 6B are a plan view and a side sectional view showing a diaphragm, and Fig. 7 is a perspective view for explaining a piezoelectric actuator.

[0009]

As shown in Fig. 5, the head part 10 is composed of piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$ , a nozzle plate 12a provided with nozzles  $9_1$  to  $9_n$  and diaphragms  $14_1$  to  $14_n$  forming pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$  corresponding to the nozzles  $9_1$  to  $9_n$  with the nozzle plate 12a.

[0010]

The nozzle plate 12a and the diaphragms  $14_1$  to  $14_n$  are located opposite to the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$ , the periphery of the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$  and the periphery of the corresponding diaphragms  $14_1$  to  $14_n$  are bonded together by an adhesive 18, and the piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$  are

disposed to be expanded and contracted in the vibrating direction of the diaphragms 14<sub>1</sub> to 14<sub>n</sub>.

[0011]

The diaphragms 14<sub>1</sub> to 14<sub>n</sub> are formed of nickel (Ni) by electrocasting, and as shown in Figs. 6A and 6B, a plurality of diaphragms are connected to each other in contact with the tips of the piezoelectric actuators 8<sub>1</sub> to 8<sub>n</sub>. Projecting parts 15<sub>1</sub> to 15<sub>n</sub> for efficiently transmitting the displacement of the piezoelectric actuators 8<sub>1</sub> to 8<sub>n</sub> to the pressure chambers 13<sub>1</sub> to 13<sub>n</sub> are formed in the central parts of the diaphragms. In the drawings, the reference numeral 16 is a vibrating part formed thin, and the reference numeral 17 is a boundary part (the lower surface is a part bonded to the periphery of the pressure chamber) with another pressure chamber, which is formed thick and does not contribute to vibration.

[0012]

The formation of the projecting parts 15<sub>1</sub> to 15<sub>n</sub> using electroforming is achieved by combining some electrode patterns to control the growth of Ni. In some case, the diaphragms 14<sub>1</sub> to 14<sub>n</sub> are formed by rolling stainless steel.

[0013]

The piezoelectric actuators 8<sub>1</sub> (to 8<sub>n</sub>) are, as shown in Fig. 7, formed by stacking piezoelectric elements 80a, 80b formed by a ceramic plate, connecting the positive and negative electrodes respectively, drawing out lead wires (not shown)



and polarizing the same. When voltage is applied to the piezoelectric elements 80a, 80b,..., the displacement due to each electrostriction is accumulated for the number of piezoelectric elements stacked to become displacement at the tips.

[0014]

Thus, voltage is selectively applied to the piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$  so that the projecting parts  $15_1$  to  $15_n$  are pressed by the displacement at the tips, and the diaphragms  $14_1$  to  $14_n$  are vibrated, whereby pressure is applied to the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$  supplied with the ink 6a to inject particles of the ink 6a from the nozzles  $9_1$  to  $9_n$  as described above.

[0015]

In this case, as characteristics required for the diaphragms  $14_1$  to  $14_n$ , swelling, contraction and deterioration are not caused as ink resisting characteristics, and in order to transmit displacement by several  $\mu\text{m}$  or less to the piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$  to the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$ , the diaphragms are formed thin (in the case of Ni, the thickness = 5  $\mu\text{m}$ , and in the case of stainless steel, the thickness = 10 to 20  $\mu\text{m}$  in the existing circumstances) enough to thoroughly bend. Further, it is necessary that no cracks are caused even in long-time use.

[0016]

[Problems that the Invention is to Solve]

According to the conventional method, Ni used for the diaphragm has a high Young's modulus ( $=21.9 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ ) so that a thin film is hard to be formed by rolling, so the diaphragm is formed by electroforming. The formation of the diaphragm using electroforming, however, has the problem that it requires much time and cost, besides it is difficult to separate a very thin metal film from an electrode after electroforming, so the yield is bad, and further in the stainless steel, the strength of a thin film is low, the film has to be thick to a certain extent, resulting in lowering the vibrating performance because the pressure is not applied enough due to its hardness.

[0017]

It is an object of the invention to provide an ink jet head, which may ensure the life of an ink jet head and reduce the cost.

[0018]

[Means for Solving the Problems]

Fig. 1 is a diagram showing the principle of the invention. In Fig. 1, the reference numeral 6 designates ink, 9 a nozzle, 12 a nozzle plate having at least one nozzle 9 for injecting particles of the ink 6, the reference numeral 8 a plurality of piezoelectric bodies respectively corresponding to the nozzles 9, the reference numeral 14 a diaphragm formed of a titanium material and having projecting parts 15 coming into

contact with each one end face of the piezoelectric bodies 8, the reference numeral 15 the projecting parts provided on the diaphragms 14, and the reference numeral 13 a plurality of pressure chambers in which the nozzle plate 12 and the diaphragms 14 constitute opposite surfaces, which are formed corresponding to the nozzles 9, respectively and filled with the ink 6.

[0019]

Accordingly, voltage is applied to the piezoelectric bodies 8 so that the diaphragm 14 is vibrated by displacement due to electrostriction of the piezoelectric body 8 to generate pressure in the pressure chamber 13, and the particles of ink 6 are injected from the nozzle 9.

[0020]

[Operation]

The titanium material is used for the diaphragm 14, whereby a thin film having a desired thickness can be formed by rolling, so that it is possible to obtain the diaphragm, which has high strength in spite of a small thickness and also high yield and is inexpensive. Accordingly, the life of the ink jet head can be ensured and the cost can be reduced.

[0021]

[Embodiment]

One embodiment of the invention will now be described with reference to Figs. 2 and 3. Fig. 2 is a plane sectional

view showing an embodiment of the invention, Figs. 3A and 3B are block diagrams showing a diaphragm in the embodiment, Fig. 3A is a plan view, and Fig. 3B is a side sectional view. The same reference numerals designate the same object in every drawing.

[0022]

The piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$  of Fig. 2 correspond to the piezoelectric body 8 of Fig. 1. As shown in Figs. 2 and 3, the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  of the head part 10a are formed as a thin film 10  $\mu\text{m}$  or less thick (preferably 5  $\mu\text{m}$ ) by rolling a titanium material (Ti: Young's modulus =  $11.8 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ ) and disposed with the rolling direction corresponding to the long-side directions of the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$ .

[0023]

The reason for this is that residual stress in the thin film made of TI is different between the rolling direction and the direction right-angled thereto, the rigidity in the rolling direction is a little higher, and as to the displacement and deformation of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  to the pressure chambers  $13_1$  to  $13_n$  (short side about 100 to 200  $\mu\text{m}$  x long side 1000 to 2000  $\mu\text{m}$ ), the longer the edge part is, the more the diaphragm is easy to bend so that the fatigue deterioration can be delayed (supposing that the short-side direction is taken as the rolling direction, the displacement and deformation of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  are impaired to

accelerate the fatigue deterioration).

[0024]

The projecting parts  $15_1'$  to  $15_n'$  are respectively embossed and projected in the center positions along the rolling direction of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  by press working, and formed with dimensions such that the length  $L_2$  thereof is within 60% of the long side  $L_1$  of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$ , and the width  $L_4$  is within 60% of the short side  $L_3$  of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$ . The ranges (a) indicated by two-dot chain lines in Fig. 3A are the ranges corresponding to the peripheries of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$ , and in the drawings, the reference numeral 16a is a vibrating part, and 17a is a boundary part with another pressure chamber.

[0025]

Each boundary part 17a of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  is bonded to each periphery of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$  by an adhesive 18a. As the material quality of the adhesive 18a, a Young's modulus ranges from  $10^5$  to  $10^9$  N/m<sup>2</sup> after curing, and for example, epoxy resin or silicon resin is cited.

[0026]

The reason for this is that deterioration due to long-term use of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  is caused by the deformation at a fixed part in the peripheries of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$ , and since the stronger fixation at that part will cause larger fatigue due to displacement, preferably

the adhesive has such a material quality as to a little follow the displacement of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  at the bonding parts.

[0027]

Since the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  are thus constructed, Ti material having a Young's modulus of  $11.8 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> is used to facilitate rolling because its Young's modulus is smaller than that of Ni (having a Young's modulus of  $21.9 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>) described in the prior art, so that a thin film 10  $\mu$ m or less thick can be made. Accordingly, the time and cost can be remarkably reduced.

[0028]

Further, since the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  are disposed so that the rolling direction of Ti material is parallel to the long-side direction of the pressure chambers  $13_1'$  to  $13_n'$ , the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  are easy to bend so that the fatigue deterioration can be reduced.

[0029]

Further, the projecting parts  $15_1'$  to  $15_n'$  formed at the central areas of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  are embossed and projected by a press die, and the dimensions thereof are set within 60% of the respective sides, whereby deformation is not caused in the shapes of the projecting parts  $15_1'$  to  $15_n'$  to the displacement of the piezoelectric actuators  $8_1$  to  $8_n$ , but the displacement of the diaphragms  $14_1'$  to  $14_n'$  is caused at a thin

film vibrating part 16a in the peripheries of the projecting parts 15<sub>1</sub>' to 15<sub>n</sub>', so that the displacement of the piezoelectric actuators 8<sub>1</sub> to 8<sub>n</sub> can be transmitted further efficiently to the pressure chambers 13<sub>1</sub>' to 13<sub>n</sub>'.

[0030]

Further, the cured adhesive 18a a little follows the displacement of the diaphragms 14<sub>1</sub>' to 14<sub>n</sub>' so that the fatigue deterioration due to displacement can be reduced. Thus, the Ti material is formed into a thin film by rolling and used for the diaphragms 14<sub>1</sub>' to 14<sub>n</sub>', and simultaneously with rolling, the projecting parts 15<sub>1</sub>' to 15<sub>n</sub>' are formed by press working, whereby long-life and inexpensive diaphragms 14<sub>1</sub>' to 14<sub>n</sub>' can be formed in a short time. Further, the Young's modulus of the bonding part with the pressure chambers 13<sub>1</sub>' to 13<sub>n</sub>' is regulated, whereby the deterioration of the diaphragms 14<sub>1</sub>' to 14<sub>n</sub>' can be prevented so as to further lengthen the life of the diaphragms.

[0031]

#### [Advantage of the Invention]

According to the invention, as described above, it will be appreciated that according to claim 1, the titanium material is used for the diaphragm to form the thin film with a desired thickness by rolling, whereby the inexpensive diaphragm having high strength and high yield in spite of a small thickness can be obtained so as to ensure the life of the ink jet head and reduce the cost.

[0032]

According to claim 2, the titanium material can be formed into a thin film by rolling, and the diaphragm is formed with the rolling direction of the thin film corresponding to the long-side direction of the pressure chamber, whereby the fatigue deterioration of the diaphragm can be reduced so as to further lengthen the life of the ink jet head.

[0033]

According to claim 3, the diaphragm is embossed and projected in the direction of the piezoelectric body in a position corresponding to the center position of the pressure chamber in the diaphragm to form the projecting part, and the dimensions thereof are set within designated percentage or less of those of the short side and the long side of the pressure chamber, whereby deformation is not caused in the shape of the projecting part to the displacement of the piezoelectric body, but the displacement of the diaphragm is caused in the peripheral part of the projecting part so that the displacement of the piezoelectric body can be transmitted to the pressure chamber further efficiently.

[0034]

According to claim 4, the adhesive for bonding the edge part of the diaphragm to the peripheral part of the pressure chamber, which has a Young's modulus ranging from  $10^5$  to  $10^9$  N/m<sup>2</sup> after curing, is used, whereby since the cured adhesive



a little follows the displacement of the diaphragm so that the fatigue deterioration due to displacement can be reduced, and further the life of the ink jet head can be lengthened.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a diagram showing the principle of the invention;

Fig. 2 is a plane sectional view showing an embodiment of the invention;

Fig. 3 is a block diagram showing a diaphragm in the embodiment;

Fig. 4 is a perspective view showing the outline of an ink jet printer;

Fig. 5 is a plane sectional view showing a head part;

Figs. 6A and 6B are block diagrams showing a diaphragm; and

Fig. 7 is a perspective view for explaining a piezoelectric actuator.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

1: print head 6, 6a: ink 8: piezoelectric body  $8_1$  to  $8_n$  : piezoelectric actuator 9,  $9_1$  to  $9_n$  : nozzle 12, 12a: nozzleplate 13,  $13_1$  to  $13_n$ ,  $13_1'$  to  $13_n'$  : pressure chamber 14,  $14_1'$  to  $14_n$ ,  $14_1'$  to  $14_n'$  : diaphragm 15,  $15_1$  to  $15_n$  ,  $15_1'$  to  $15_n'$  : projecting part 16, 16a: vibrating part 17, 17a: boundary part 18, 18a: adhesive

FIGURE 1:

DIAGRAM SHOWING THE PRINCIPLE OF THE INVENTION

6: INK 8: PIEZOELECTRIC BODY 9: NOZZLE 12: NOZZLE PLATE 13:  
PRESSURE CHAMBER 14: DIAPHRAGM 15: PROJECTING PART

FIGURE 2:

PLANE SECTIONAL VIEW SHOWING THE EMBODIMENT OF THE INVENTION

6a: INK 8<sub>1</sub> to 8<sub>n</sub> : PIEZOELECTRIC ACTUATOR 9<sub>1</sub> to 9<sub>n</sub>: NOZZLE  
10a: HEAD PART 12a: NOZZLE PLATE 13<sub>1</sub> to 13<sub>n</sub> : PRESSURE CHAMBER  
14<sub>1</sub>'to 14<sub>n</sub>': DIAPHRAGM 15<sub>1</sub>'to 15<sub>n</sub>' : PROJECTING PART 18a:  
ADHESIVE

FIGURES 3A AND 3B:

BLOCK DIAGRAM SHOWING DIAPHRAGM IN THE EMBODIMENT

FIGURE 3A: PLAN VIEW

a: RANGE  $\longleftrightarrow$ : ROLLING DIRECTION 14<sub>1</sub>'(to 14<sub>n</sub>'): DIAPHRAGM  
15<sub>1</sub>'(to 15<sub>n</sub>'): PROJECTING PART 16a: VIBRATING PART 17a:  
BOUNDARY PART

FIGURE 3B: SIDE SECTIONAL VIEW TAKEN ALONG LINE B - B

a: RANGE 14<sub>1</sub>'(to 14<sub>n</sub>'): DIAPHRAGM 15<sub>1</sub>'(to 15<sub>n</sub>'): PROJECTING  
PART 16a: VIBRATING PART 17a: BOUNDARY PART

FIGURE 4:

PERSPECTIVE VIEW SHWING OUTLINE OF INK JET PRINTER

1: PRINT HEAD 2: CARRIER 3: GUIDE SHAFT 4: FEED SCREW 5:  
PLATEN 7: PRINTING PAPER 10: HEAD PART 11: PRESSURIZING  
CIRCUIT

FIGURE 5:

PLANE SECTIONAL VIEW SHOWING HEAD PART

6a: INK  $8_1$  to  $8_n$  : PIEZOELECTRIC ACTUATOR  $9_1$  to  $9_n$  : NOZZLE  
10: HEAD PART 12a: NOZZLE PLATE  $13_1$  to  $13_n$  : PRESSURE CHAMBER  
 $14_1$  to  $14_n$  : DIAPHRAGM  $15_1$  to  $15_n$  : PROJECTING PART 18: ADHESIVE

FIGURES 6A, 6B:

BLOCK DIAGRAM SHOWING DIAPHRAGM

FIGURE 6A: PLAN VIEW

$14_1$  (to  $14_n$ ) : DIAPHRAGM  $15_1$  (to  $15_n$ ): PROJECTING PART 16:  
VIBRATING PART 17: BOUNDARY PART

FIGURE 6B: SIDE SECTIONAL VIEW TAKEN ALONG LINE A -A'

$14_1$  (to  $14_n$ ) : DIAPHRAGM  $15_1$ (to  $15_n$ ): PROJECTING PART 16:  
VIBRATING PART 17: BOUNDARY PART

FIGURE 7:

PERSPECTIVE VIEW FOR EXPLAINING PIEZOELECTRIC ACTUATOR

80a, 80b: PIEZOELECTRIC ELEMENT  $8_1$ (to  $8_n$ ): PIEZOELECTRIC  
ACTUATOR

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-156385

(43) 公開日 平成7年(1995)6月20日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 3/ 04

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-308423

(22) 出願日 平成5年(1993)12月9日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 小池 修司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 恩田 信彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

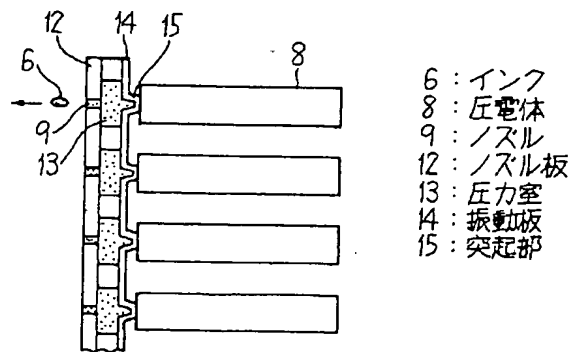
(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド

(57) 【要約】

【目的】 振動板をチタン材で形成したインクジェットヘッドに関し、インクジェットヘッドの寿命の確保及びコストの低減を図ることができるインクジェットヘッドを提供することを目的とする。

【構成】 インク6の粒子を噴射する少なくとも1つのノズル9を有するノズル板12と、ノズル9に夫々対応する圧電体8と、チタン材で形成され、圧電体8の一端面に接触する突起部15を有する振動板14と、ノズル板12及び振動板14で対向面を構成し、ノズル9に夫々対応して形成され、インク6を満たした圧力室13とを備え、圧電体8に電圧を印加して圧電体8の電歪による変位により振動板14を振動させて圧力室13内に圧力を発生し、圧力によってノズル9からインク6の粒子を噴射する構成とする。

本発明の原理図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク(6)の粒子を噴射する少なくとも1つのノズル(9)を有するノズル板(12)と、該ノズル(9)に夫々対応する圧電体(8)と、チタン材で形成され、該圧電体(8)の一端面に接触する突起部(15)を有する振動板(14)と、該ノズル板(12)及び該振動板(14)で対向面を構成し、該ノズル(9)に夫々対応して形成され、該インク(6)を満たした圧力室(13)とを備え、該圧電体(8)に電圧を印加して該圧電体(8)の電歪による変位により該振動板(14)を振動させて該圧力室(13)内に圧力を発生し、該圧力によって該ノズル(9)からインク(6)の粒子を噴射することを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項2】 前記振動板(14)は、前記チタン材を圧延によって薄膜に形成し、該薄膜の圧延方向を前記圧力室(13)の長辺方向に対応させて形成することを特徴とする請求項1のインクジェットヘッド。

【請求項3】 前記振動板(14)は、前記突起部(15)を該圧力室(13)の中央位置に対応する位置に前記圧電体(8)の方向へエッジ加工により形成し、該圧力室(13)の短辺及び長辺の寸法に対して、夫々所定割合以下の寸法としたことを特徴とする請求項1或いは請求項2のインクジェットヘッド。

【請求項4】 前記振動板(14)の縁部を前記圧力室(13)の周辺部に接合する接着剤は、硬化後のヤング率が $10^6$ 乃至 $10^9$  N/m<sup>2</sup>の範囲のものであることを特徴とする請求項1、請求項2或いは請求項3のインクジェットヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、インクジェットプリンタのインクジェットヘッドの振動板に係り、特に振動板をチタン材で形成したインクジェットヘッドに関するものである。

【0002】近來、印字媒体にインクの微小粒子を直接吹きつけて記録するインクジェットプリンタが、印字媒体に対する制限がなく、且つ高速印字ができて、低騒音であり、カラー化が容易であることから急速に普及しつつある。

【0003】このインクジェットプリンタのインクジェットヘッドは、インクを満たした圧力室に振動板を介して圧電アクチュエータの電歪による変位によって圧力を与えてノズルからインクを噴射してドット印字を形成するものである。

【0004】従って、振動板は摺りが繰り返されるため、亀裂等により寿命が短いので、長時間の使用に耐えられる方法が望まれている。

## 【0005】

【従来の技術】図4にインクジェットプリンタの概要を

示す。図に示すように、インクジェットヘッド(以下印字ヘッドという)1を搭載したキャリア2にガイドシャフト3が嵌合し、又キャリア2に送りねじ4が螺合し、送りねじ4は図示省略したモータに連結されている。キャリア2はブラテン5の前面に配置され、モータの正逆回転により送りねじ4によってブラテン5に平行に矢印A、B方向に移動する。

【0006】印字ヘッド1は、ヘッド部10及び加圧回路部11から成り、ヘッド部10は、ブラテン5に所定の間隙を介して対向し、先端に後述する複数のノズル $9_1 \sim 9_n$ (例えば4列 $\times$ 12行で48個)を備えている。加圧回路部11は、印字データに基づいて選択的に駆動信号をヘッド部10に送信する回路である。

【0007】従って、キャリア2が移動しながら、印字ヘッド1はノズル $9_1 \sim 9_n$ からインク6aを噴射して印字用紙7にマトリックスドットによって印字を形成する。印字用紙7は図示していない移動機構の駆動及びブラテン5の回転によって矢印C方向に行送りされる。

【0008】次に図5～図7によりヘッド部10を説明する。図5はヘッド部を示す平面断面図、図6(a)及び(b)は振動板を示す平面図及び側断面図、図7は圧電アクチュエータを説明する斜視図である。

【0009】図5に示すように、ヘッド部10は、圧電アクチュエータ $8_1 \sim 8_n$ 、ノズル $9_1 \sim 9_n$ が設けられたノズル板12a、ノズル板12aと共にノズル $9_1 \sim 9_n$ に夫々対応する圧力室 $13_1 \sim 13_n$ を形成する振動板 $14_1 \sim 14_n$ で構成されている。

【0010】圧力室 $13_1 \sim 13_n$ に対してノズル板12a及び振動板 $14_1 \sim 14_n$ が対向した位置にあり、圧力室 $13_1 \sim 13_n$ の周辺と対応する振動板 $14_1 \sim 14_n$ の周辺は接着剤18で接着され、圧電アクチュエータ $8_1 \sim 8_n$ が振動板 $14_1 \sim 14_n$ の振動方向に伸縮するように配置されている。

【0011】また、振動板 $14_1 \sim 14_n$ は、ニッケル(Ni)で電鍍法によって形成したもので、図6(a)及び(b)に示すように、複数個が連結し、圧電アクチュエータ $8_1 \sim 8_n$ の先端に接触して、圧電アクチュエータ $8_1 \sim 8_n$ の変位を圧力室 $13_1 \sim 13_n$ に効率良く伝達させるための突起部 $15_1 \sim 15_n$ が中央部に形成されている。図中、16は薄く形成した振動部、17は他の圧力室との境界部(下面は圧力室周辺に接着される部分)で厚く形成されており振動には寄与しない。

【0012】電鍍法による突起部 $15_1 \sim 15_n$ の形成は、電極パターンを幾つか組み合わせてNiの成長を制御することにより得られる。なお、振動板 $14_1 \sim 14_n$ をステンレス鋼を圧延して形成する場合もある。

【0013】圧電アクチュエータ $8_1 (\sim 8_n)$ は、図7に示すように、セラミック板で形成された圧電素子80a、80b、一を積層して、正負の極を夫々連結してリード線(図示していない)を引き出して分極処理を施したものである。圧電素子80a、80b、一に電圧を加えると、夫々の電歪

による変位が積層枚数だけ累積されて先端部の変位となる。

【0014】従って、圧電アクチュエータ $8_i \sim 8_n$ に選択的に電圧を印加して、その先端の変位量により突起部 $15_i \sim 15_n$ を押圧して振動板 $14_i \sim 14_n$ を振動させることによって、インク6aが供給された圧力室 $13_i \sim 13_n$ に圧力を加えて、上記のようにノズル $9_i \sim 9_n$ からインク6aの粒子を噴射する。

【0015】この場合に、振動板 $14_i \sim 14_n$ に要求される特性としては、耐インク特性として膨潤・収縮及び劣化が無いこと、及び圧電アクチュエータ $8_i \sim 8_n$ の数 $\mu m$ 以下の変位を圧力室 $13_i \sim 13_n$ に伝達するため、十分に撓むように非常に薄く（Niの場合の厚さ $= 5 \mu m$ 、ステンレス鋼の場合の厚さ $= 10 \sim 20 \mu m$ 程度が現状）形成すること、更に、長時間の使用においても亀裂等が発生しないことが必要である。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上記従来方法によれば、振動板に使用するNiは、ヤング率 $(= 21.9 \times 10^9 \text{ N/m}^2)$ が高いため圧延によって薄膜化がしにくいので、電鍍法によって形成しているが、電鍍法による振動板の形成には時間とコストが掛かるばかりでなく、電鍍後に非常に薄い金属膜を電極から剥がすことが難しく歩留りが悪く、またステンレス鋼は、薄膜の強度が低い等のために、ある程度厚くせざるを得ないが、硬いので圧力が良く掛からず振動性能が低くなるという問題点がある。

【0017】本発明は、インクジェットヘッドの寿命の確保及びコストの低減を図ることができるインクジェットヘッドを提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理図である。図において、6はインク、9はノズル、12はインク6の粒子を噴射する少なくとも1つのノズル9を有するノズル板、8はノズル9に夫々対応する複数の圧電体、14はチタン材で形成され、圧電体8の一端面に接触する突起部15を有する振動板、15は振動板14に設けられた突起部、13はノズル板12及び振動板14で対向面を構成し、ノズル9に夫々対応して形成され、インク6を満たした複数の圧力室である。

【0019】従って、圧電体8に電圧を印加して圧電体8の電歪による変位により振動板14を振動させて圧力室13内に圧力を発生し、圧力によってノズル9からインク6の粒子を噴射するように構成されている。

【0020】

【作用】振動板14にチタン材を使用することにより、所望の厚さの薄膜を圧延によって形成することができるので、薄くても強度が高く、しかも歩留りの高い安価な振動板14が得られ、インクジェットヘッドの寿命の確保及びコストの低減を図ることができる。

【0021】

【実施例】図2及び図3により本発明の一実施例を説明する。図2は本発明の実施例を示す平面断面図、図3は実施例の振動板を示す構成図で、(a)は平面図、(b)は側断面図である。全図を通じて同一符号は同一対象物を示す。

【0022】図2の圧電アクチュエータ $8_i \sim 8_n$ は、図1の圧電体8に対応している。図2及び図3に示すように、ヘッド部10aの振動板 $14_i \sim 14_n$ は、チタン材(Ti: ヤング率 $11.8 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ )を圧延によって厚さ $10 \mu m$ 以下(好ましくは $5 \mu m$ )の薄膜に形成し、圧延方向が圧力室 $13_i \sim 13_n$ の長辺方向に対応して配置されている。

【0023】これは圧延方向とこれと直角方向でTiの薄膜内の残留応力が異なり、圧延方向の剛性が僅か高く、圧力室 $13_i \sim 13_n$ (短辺 $100 \sim 200 \mu m$ 程度 $\times$ 長辺 $1000 \times 2000 \mu m$ )に対する振動板 $14_i \sim 14_n$ の変位・変形は縁部の距離が長い方が撓み易くなり疲労劣化を遅らせることができる(もし、短辺方向を圧延方向とすると、振動板 $14_i \sim 14_n$ の変位・変形が損なわれ、疲労劣化が促進される)ためである。

【0024】突起部 $15_i \sim 15_n$ は、振動板 $14_i \sim 14_n$ の圧延方向に沿って夫々中央位置にプレス加工によりエンボス打ち出しされ、長さ $L2$ は圧力室 $13_i \sim 13_n$ の長辺 $L1$ の60%以内、幅 $L4$ は圧力室 $13_i \sim 13_n$ の短辺 $L3$ の60%以内に形成されている。図3に2点鎖線で示す範囲aは、圧力室 $13_i \sim 13_n$ の周辺に対応する範囲で、図中、16aは振動部、17aは他の圧力室との境界部である。

【0025】また、圧力室 $13_i \sim 13_n$ の周辺に振動板 $14_i \sim 14_n$ の境界部17aで夫々接着剤18aで接着されている。接着剤18aの材質は、硬化後のヤング率が $10^9 \sim 10^{10} \text{ N/m}^2$ のもの、例えば、エポキシ樹脂、或いはシリコン樹脂等である。

【0026】これは、振動板 $14_i \sim 14_n$ の長期使用による劣化は圧力室 $13_i \sim 13_n$ の周辺の固定部での変形にあり、この部分の固定が強固なほど変位による疲労が大きくなるので、接着部の振動板 $14_i \sim 14_n$ の変位に対して僅か追従する材質の接着剤が好ましいためである。

【0027】このような構成を有するので、振動板 $14_i \sim 14_n$ をヤング率 $11.8 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ のTi材を用いることにより、従来例で説明した、Ni(ヤング率 $21.9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ )よりもヤング率が小さいので圧延が容易で、厚さ $10 \mu m$ 以下に薄膜化することができる。従って、時間とコストを著しく削減することができる。

【0028】また、Ti材の圧延方向を、圧力室 $13_i \sim 13_n$ の長辺方向に対して平行になるように配置したので、振動板 $14_i \sim 14_n$ が撓み易くなり、疲労劣化が軽減される。

【0029】また、振動板 $14_i \sim 14_n$ の中央部に形成

した突起部15<sub>1</sub>' ~ 15<sub>n</sub>' をプレス型でエンボス打ち出し、大きさを各辺の60%以内にしたので、圧電アクチュエータ8<sub>1</sub> ~ 8<sub>n</sub>の変位に対して突起部15<sub>1</sub>' ~ 15<sub>n</sub>' の形状には変形が発生せず、振動板14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' の変位は突起部15<sub>1</sub>' ~ 15<sub>n</sub>' の周辺の薄膜の振動部16aで起こるので、圧電アクチュエータ8<sub>1</sub> ~ 8<sub>n</sub>の変位が一層効率良く圧力室13<sub>1</sub>' ~ 13<sub>n</sub>' に伝達される。

【0030】また、硬化後の接着剤18aは、振動板14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' の変位に対して僅か追従するので、変位による疲労劣化が軽減される。このようにして、Ti材を圧延で薄膜化して振動板14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' に使用し、且つ、圧延処理と同時にプレス加工により突起部15<sub>1</sub>' ~ 15<sub>n</sub>' を形成することにより、長寿命で安価な振動板14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' を短時間に形成することができ、また圧力室13<sub>1</sub>' ~ 13<sub>n</sub>' との接着部のヤング率を規定することにより、振動板14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' の劣化を防止することができ、更に長寿命化が可能となる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、請求項1では、振動板にチタン材を使用することにより、20 所望の厚さの薄膜を圧延によって形成することができるので、薄くても強度が高く、しかも歩留りの高い安価な振動板が得られ、インクジェットヘッドの寿命の確保及びコストの低減を図ることができる。

【0032】請求項2では、チタン材を圧延によって薄膜化し、振動板を薄膜の圧延方向を圧力室の長辺方向に対応させて形成することにより、振動板の疲労劣化を軽減し、一層インクジェットヘッドの長寿命化を図ることができる。

【0033】請求項3では、振動板の圧力室の中央位置\*

\*に対応する位置に圧電体の方向へエンボス打ち出しで突起部を形成し、圧力室の短辺及び長辺の寸法に対して、夫々所定割合以下の寸法としたことにより、圧電体の変位に対して突起部の形状には変形が発生せず、振動板の変位は突起部の周辺部で起こるので、圧電体の変位を一層効率良く圧力室に伝達することができる。

【0034】請求項4では、振動板の縁部を圧力室の周辺部に接合する接着剤を、硬化後のヤング率が10<sup>8</sup>乃至10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup> の範囲のものを使用することにより、硬化後の接着剤は、振動板の変位に対して僅か追従するので、変位による疲労劣化が軽減し、更にインクジェットヘッドの長寿命化を図ることができる。という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理図

【図2】 本発明の実施例を示す平面断面図

【図3】 実施例の振動板を示す構成図

【図4】 インクジェットプリンタの概要を示す斜視図

【図5】 ヘッド部を示す平面断面図

【図6】 振動板を示す構成図

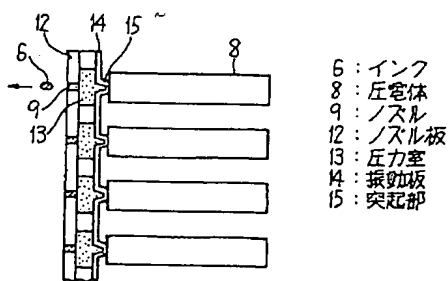
【図7】 圧電アクチュエータを説明する斜視図

【符号の説明】

1は印字ヘッド、 6, 6aはインク、  
8は圧電体、8<sub>1</sub> ~ 8<sub>n</sub>は圧電アクチュエータ、  
9, 9<sub>1</sub> ~ 9<sub>n</sub>はノズル、12, 12aはノズル板、  
13, 13<sub>1</sub> ~ 13<sub>n</sub>, 13<sub>1</sub>' ~ 13<sub>n</sub>' は圧力室、14, 14<sub>1</sub> ~ 14<sub>n</sub>, 14<sub>1</sub>' ~ 14<sub>n</sub>' は振動板、15, 15<sub>1</sub> ~ 15<sub>n</sub>, 15<sub>1</sub>' ~ 15<sub>n</sub>' は突起部、  
16, 16aは振動部、17, 17aは境界部、  
18, 18aは接着材

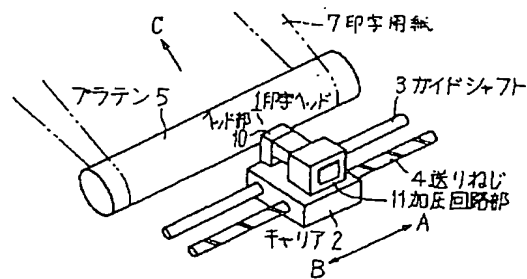
【図1】

本発明の原理図



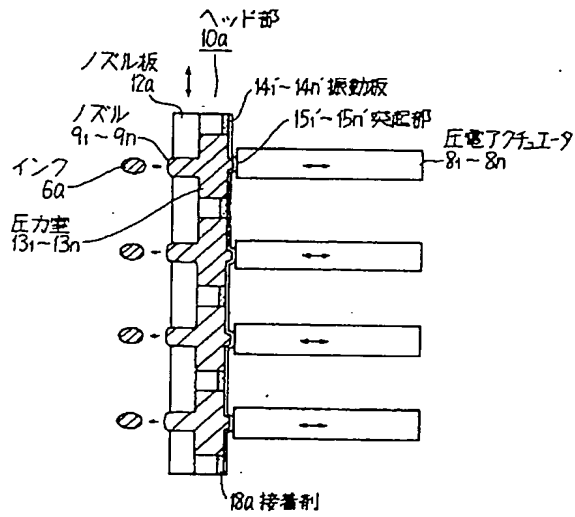
【図4】

インクジェットプリンタの概要を示す斜視図



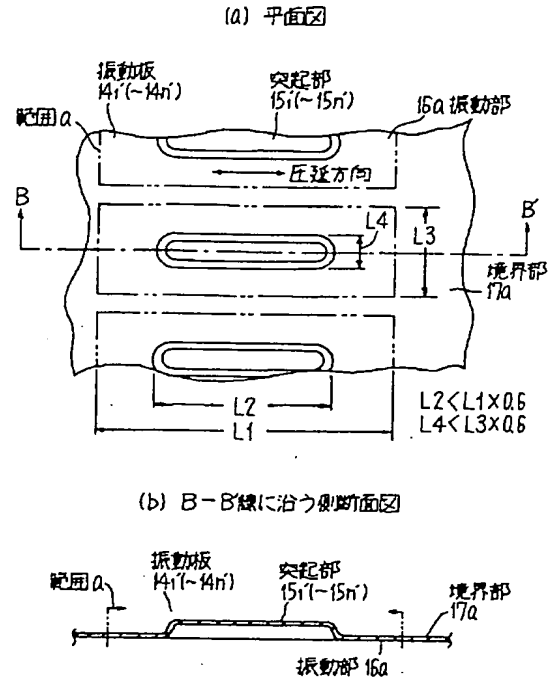
【図2】

本発明の実施例を示す平面断面図



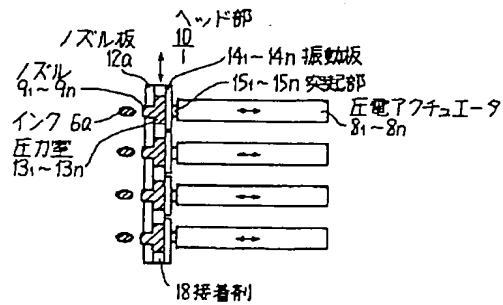
【図3】

実施例の振動板を示す構成図



【図5】

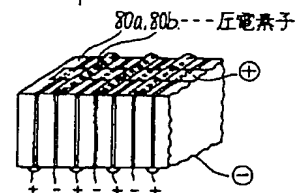
ヘッド部を示す平面断面図



【図7】

圧電アクチュエータを説明する斜視図

圧電アクチュエータ 8i~8n

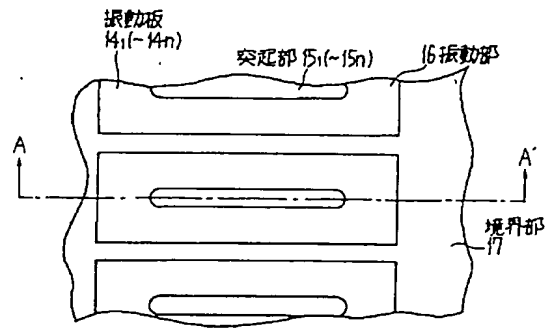




【図 6】

振動板を示す構成図

(a) 平面図



(b) A-A'線に沿う断面図

